Nr 3. Warszawa, 1 marca 1927 r. Rok V.

TECHNIKA CIEPLNA

Organ Stowarzyszenia Dozoru Kotłów w Warszawie.

Redaktor: Inż. techn. **JAN KOMARNICKI.**
Wydawca: **Stowarzyszenie Dozoru Kotłów w Warszawie.**

KOSZT WYTWARZANIA ENERGJI.

Wielu zwolenników centrali okręgowych twierdzi, że w rachunkach porównawczych %% od kapitału niezbędnego na własne instalacje energji albo od kapitału potrzebnego do ich przebudowy lub powiększenia należy wprowadzać nie w wysokości w jakiej osiągnąć można kredyt, lecz w wysokości odpowiadającej dochodom jakie kapitał ten, zasilając inne działy danego przedsiębiorstwa, mógłby przynieść.

Takie czy inne stanowisko w tej sprawie nie gra wielkiej roli o ile inne właściwe czynniki zostały w dostatecznej mierze w rachunku uwzględnione i o ile kierownictwo zdaje sobie całkowicie sprawę ze znaczenia wprowadzonych do rachunku wielkości i ze znaczenia wyników rachunku.

Jeżeli, powołując się na przewidywane lub osiągnięte koszty produkcji energji, zdajemy sobie sprawę z tego, że w kosztach tych uwzględnić dodatkowo należy ewentualną stratę w porównaniu z wypadkiem, w którym odpowiedni kapitał zastosowalibyśmy w innym korzystniejszym kierunku, nie będziemy ulegać złudzeniom.

Jeżeli jednak czynnik tego rodzaju stosowany będzie na to, by pozornie wykazywać rzekomą niższość zasady produkowania energji we własnym zarządzie, zamiast nabywania jej w centralach okręgowych, i o ile przy ostatecznej decyzji pominięte zostaną pewne szczegóły zagadnienia, możemy dojść do zupełnie mylnych wniosków.

Jedynie racjonalną i uzasadnioną zasadą jest, by do kosztów wytwarzania energji wprowadzać takie jedynie czynniki, które znajdują się z tą sprawą w istotnej i bezpośredniej łączności. Kapitał potrzebny do założenia lub przebudowy takiej instalacji powinien być przeto w rachunku oprocentowany jedynie w tej wysokości w jakiej kredyt pieniężny jest możliwy, a więc kapitał może być zapewniony bez uszczuplania środków obrotowych lub inwestycyjnych danego przedsiębiorstwa.

Jeżeli bowiem zadaniem rachunku porównawczego jest określenie kosztu energji wytwarzanej we własnym zarządzie i energji nabywanej zzewnątrz, należy ustalić w obu wypadkach te jedynie pozycje, które zmienią się w razie skasowania własnej instalacji.

Ustalić więc należy zmniejszone koszty amortyzacji i administracji oraz zmniejszenie kapitału inwestowanego.

Takie porównanie wykaże istotne koszty, związane z wyborem jednej lub drugiej drogi, pozwoli porównać koszty danego przedsiębiorstwa z kosztami osiąganemi w innych zakładach przemysłowych i pozwoli kierownictwu na bezstronną decyzję, czy korzystniej będzie wydać pewien kapitał na ulepszenia instalacyjne, o ile ich zachodzi potrzeba, czy też lepiej będzie włożyć ten kapitał w działy wytwórcze przedsiębiorstwa.

Argument zalecający w takich wypadkach rozwiązywanie zagadnienia: czy inne zastosowanie kapitału potrzebne na utrzymanie lub przebudowę własnej instalacji energetycznej nie będzie korzystniejsze jest zupełnie usprawiedliwiony. Wprowadzenie jednak z góry do rachunku porównawczego ewentualnych strat związanych z takiem a nie innem zastosowaniem kapitału nie wydaje się słuszne.

Inż. R. BIEDRZYCKI, Łódź. Inż. Stow. Doz. Kotłów w Warszawie.

UWAGI DO ROZBUDOWY ELEKTROWNI.

W ostatnich czasach powstają ciągle spory o wysokość stawek pomiędzy elektrowniami a spożywcami prądu.

Spożywcy twierdzą, że są „obdzierani“ — elektrownie zaś tłumaczą się, że żadne przedsiębiorstwo nie może być deficytowem, że musi pokrywać swe własne wydatki, amortyzować swe urządzenia i dawać dochód od włożonego kapitału. Jedna i druga strona mają po części rację. Spożywca jednak powinien mieć tani prąd, powinien mieć możność brania go tam gdzie go dostać może taniej, bez żadnych ograniczeń w wyborze i nie powinien odpowiadać kieszenią za złą gospodarkę elektrowni.

Przeglądając rzeczywiste koszty wytwórcze, przypadające na kWh widać, że koszt zużytego paliwa w elektrowni wyposażonej w dobre maszyny i urządzenia stanowi bardzo znikomą część ceny pobieranej za prąd, a najważniejszem obciążeniem jest amortyzacja i oprocentowanie inwestowanego kapitału. Nie można oczywiście doprowadzić instalacji do kompletnej ruiny, nie można pracować bez rezerwy, ale nie można również robić inwestycyj zbędnych lub błędnych.

Niektóre elektrownie ustawiają kosztowne agregaty, nie odpowiadające ani wielkością ani typem charakterystyce spożycia prądu. Nabywając nowy agregat obciąża się koszt wytworzonej kWg tą inwestycją równolegle z kosztami starej instalacji, która pomimo, że jest w dobrym stanie stać będzie bezużytecznie. W ten sposób dla zaoszczędzenia ułamków grosza na kosztach opału zwiększa się wydatki o kilkanaście groszy na koszty amortyzacyjne. Otrzymujemy dziwny rezultat zamiast maszyny nieekonomicznej pracuje — maszyna nowoczesna, a koszt kWh wzrasta po jej zainstalowaniu. Te błędy powtarza niejedna z naszych elektrowni, wywołując słuszne narzekania spożywców.



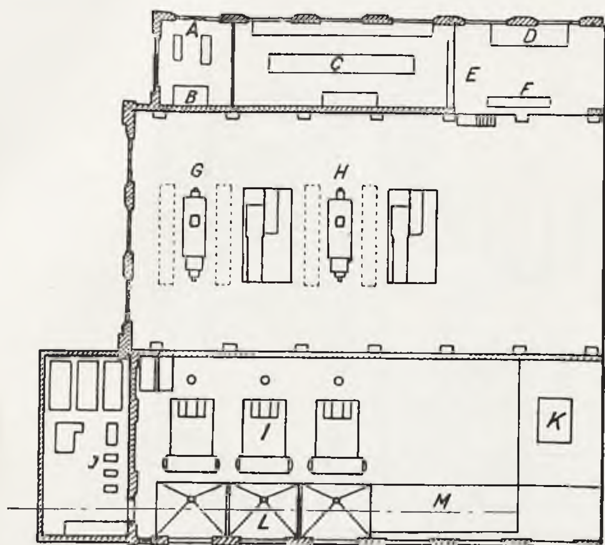
Rys. 1.

O wiele prawidłowiej rozwiązana została sprawa nowej instalacji w jednej z elektrowni we Flandrji, a mianowicie w Langerbrugge co do której dane użyczone mi zostały przez jej kierownika p. dyrektora Herry.

Elektrownia zaprojektowana jeszcze przed wojną obsługuje całą Flandrję i w obecnej chwili dostarcza prądu do przeszło 100 miast i wiosek (rys. 1).

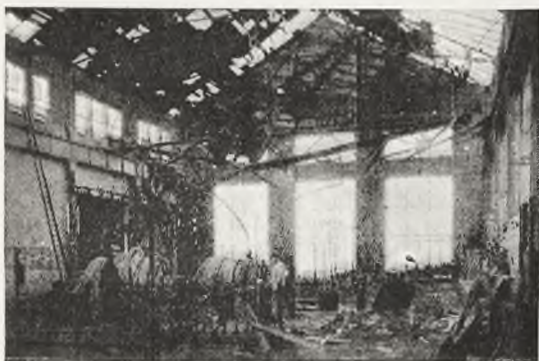
Początkowo instalacja składała się z trzech kotłów Babcocka o pow. ogrz. po 300 m. kw., 14,5 at i temperaturze pary 325° C oraz z dwóch turbin kondensacyjnych „Oerlikon“ o mocy po 2000 kW i napięciu 12.000 V (rys. 2).

Elektrownia zbombardowana została podczas wojny przez Niemców, którzy zostawili ją w ta-



Rys. 2. A. — akumulatornia. — B. — tablica rozdzielcza. — C. — Sala szyn głównych i pomocniczych 12.000 V. — D. — Tablica rozdzielcza na potrzeby własne elektrowni. — E. — Tablica przewodów odsyłowych 12.000 V. — F. — pulpit do regulowania turbin. — G. — I. Zespół prądu zmiennego (Oerlikon, 2000 kW., 12.000 V. 3000 obr. min. — H.—II. Zespół prądu zmiennego (Oerlikon 2000 kW., 12000 V. 1000 obr. min.). — I. — Kotły Babcock & Wilcox, 14,5 at. — J. — Sala pomp. — K. — Aparat do dystylacji wody Prache & Bouillon. — L. — Zasobniki węgla. — M. — Transporter do węgla.

kim stanie jak to przedstawia załączony rys. 3. Po wojnie w r. 1919—20 elektrownia została odbu-



Rys. 3.

dowana (por. rys. 4), przyczem wybrano wysokie jak na owe czasy, bo 20 at ciśnienie, ustawiono 4 kotły po 400 m. kw. i 2 po 720 m. kw. przy temperaturze pary 325° *C*. Ustawiono równocześnie 4 turbogeneratory po 6.600 kW (rys. 5).

W roku 1924 elektrownię należało rozszerzyć i kierownictwo wybrało już ciśnienie 56 at, ustawiając trzy kotły i turbinę wysokoprężną (rys. 6). Kotły o pow. ogrz. po 440 m. kw. (rys. 7) z przegrzewaczami po 110 m. kw. z rusztami mechanicznemi po 9,1 m. kw. i podgrzewaczem powietrza o pow. 455 km. kw. Kotły dostarczyła fabryka Babcocka (angielska) z walczakami nitowanemi.

Para o ciśnieniu 56 at i 450° *C* idzie do czołowej turbiny parowej budowy Brown Boveri (rys. 8). Turbina składa się z generatora o 1500 obrotach i dwóch oddzielnych turbinek, pracujących przy 8 tys. obrotach na wspólny wał generatora zapomocą kół zębatych.

Turbina jest dwustopniowa. Prawa część (rys. 8) pracuje z przeciwprężnością 35 at—lewa rozpręża parę z 35 do 20 at (rys. 9). Turbiny te, jak widać z załączonej fotografji, składają się z dwóch wirników typu akcyjnego bez frontowych łożysk.



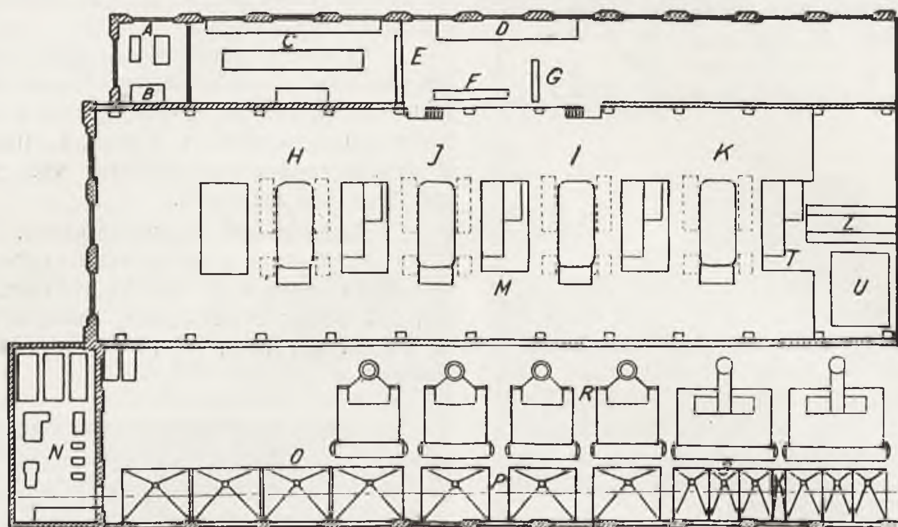
Rys. 4.

Pewną trudność przy bardzo wysokiem ciśnieniu sprawiają dławnice. Para po wyjściu z drugiej części powyższej turbiny o ciśnieniu 20 at i temperaturze 325° *C* (wg słów p. dyr. Herry) przechodzi do wspólnego przewodu parowego kotłów t. zw. „niskoprężnych" t. j. 20 at i służy do zasilania dawnych turbin czysto kondensacyjnych.

Omawiana turbina czołowa rozwija normalnie około 1800 kW, a wydmuch z niej daje w turbinach niskoprężnych około 6600 kW do czego dochodzi jeszcze około 150 kW na pompy zasilające kotły.

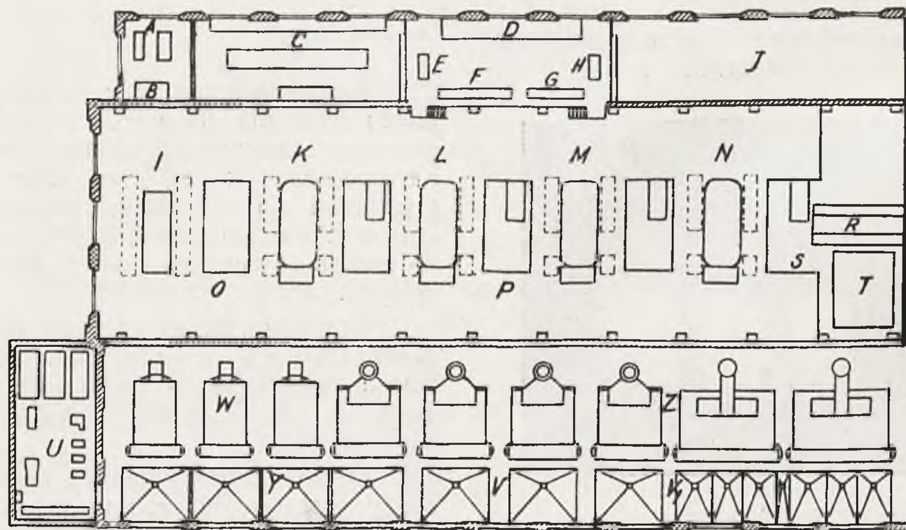
Ogólny schemat parowy i wodny przedstawiony jest na załączonym rys. 10. Jak widać z niego kocioł parowy (umieszczony z prawej strony) dostarcza parę do turbiny wysokoprężnej. Z niej para rozchodzi się częściowo na podgrzewanie wody zasilającej, częściowo do pompy zasilającej, a reszta idzie do starej turbiny. Z turbiny tej przy ciśnieniu około 5 at pobierana jest para na podgrzewanie wody zasilającej—natomiast wydmuch turbo-pompy zasilającej kotły powraca do części niskoprężnej tej turbiny. Jak widać z rys. 10 para kondensuje się w kondensatorze, gdzie zapomocą specjalnego automatu utrzymywany jest stały poziom. Braki uzupełniane są ze zbiornika wody, specjalnie w tym celu dysty-

lowanej i odgazowywanej. Kondensat z turbiny częściowo skierowywany jest do kotłów 20 at, stępnie po odgazowaniu powracają do wody zasilającej. Woda zasilająca w pierwszym podgrze-



Rys. 5. A. — akumulatornia. — B. — tablica. — C. — sala szyn głównych i pomocniczych 12000 V. — D. — tablica na potrzeby własne elektrowni. — E. — tablica przewodów odsyłowych 12000 V. — F. — pulpit do regulacji turbin. — G. — tablica do regulacji. — H, I, J, K. — zespoły turbinowe II. III. IV. V. (Brown Boveri, 6600 kW., 12000 V. 3000 obr. min.). — L. — tor kolejowy. — M. — pompa zasilająca III turbinę. — N. — sala pomp. — O. — zasobniki węgla. — P. — transporter do węgla. — R. — sześć kotłów Babcock & Wilcox, 20 at. — S. — zasobniki węgla. — T. — główna pompa zasilająca. — U. — dystylatory wody Prache & Bouillon.

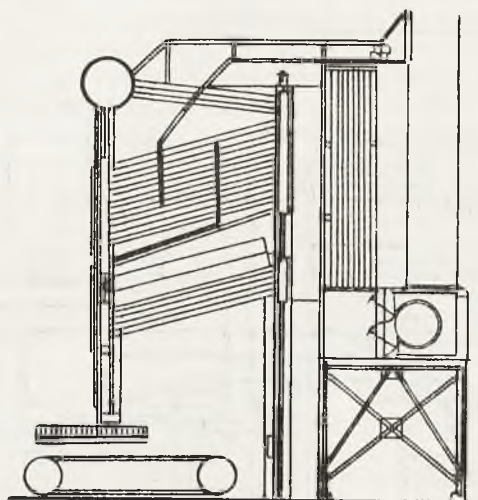
częściowo zaś do turbo-pompy, która przepuszcza wodę zasilającą przez trzy podgrzewacze. waczu podgrzewana jest do 75° C parą z dławnic turbiny wysokoprężnej. W drugim podgrze-



Rys. 6. A. — akumulatornia. — B. — tablica. — C. sala szyn głównych i pomocniczych 12000 V. — D. — tablica na potrzeby własne elektrowni. — E. — tablica przewodów odsyłowych 12000 V i pulpit 36000 V. — F. — pulpit regulacji turbin. — G. — tablica do regulacji. — H. — tablica przewodów odsyłowych i pulpit 36000 V. — I. — sala szyn 36000 V. — J. — I. zespół turbinowy Brown Boveri 2000 kW. 500 at, 12000 V, 8000 obr./min. — K, L, M, N — II, III, IV i V zespoły turbinowe Brovn Boveri 6600 kW, 20 at, 12000 V, 3000 obr./min. — O — pompa zasilająca I. zespołu. — P — pompa zasilająca III zespołu. — R — tor kolejowy. — S — główna pompa zasilająca. — T — dystylatory wody Prache & Bouillon. — U — Sala pomp. — W — trzy kotły Babcock & Wilcox 56 at. — Z — sześć kotłów Babcock & Wilcox 20 at. — Y i V, — zasobniki węgla. — V — transporter do węgla.

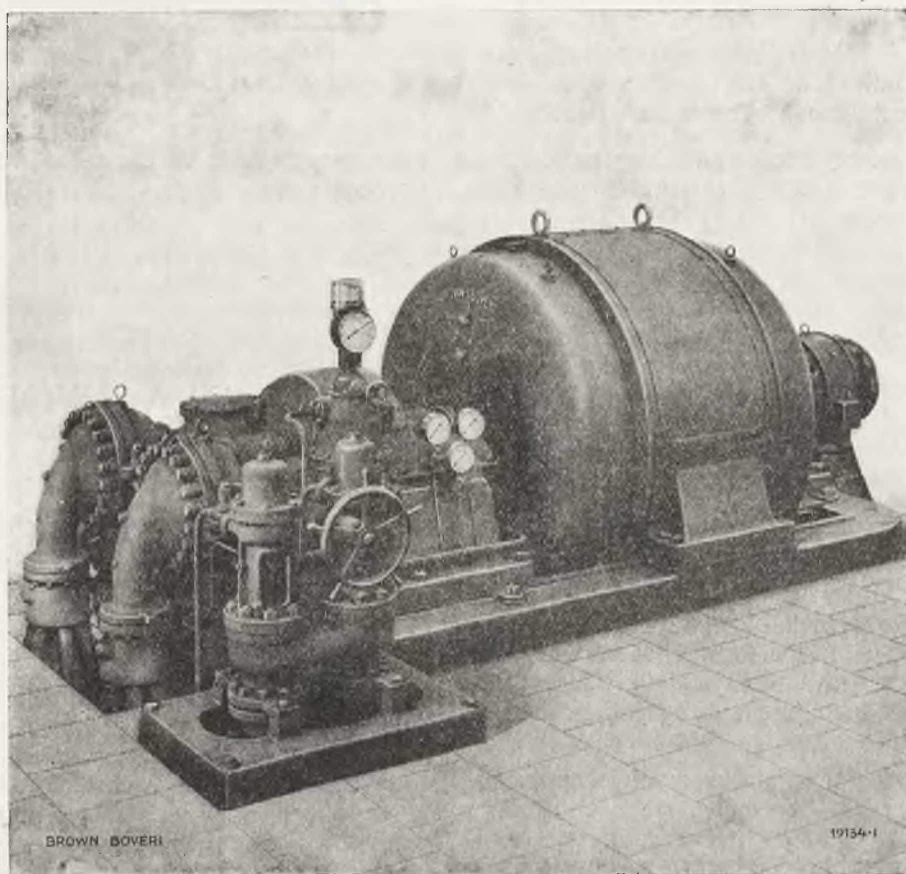
Skropliny pary grzejnej w powyższych podgrzewaczach przechodzą kolejno przez nie, a na- waczu woda podgrzewana jest parą pobieraną z turbiny niskoprężnej, a w trzecim podgrzewa-

czu parą 20 at do temperatury mniej więcej 196° C, wskutek czego ekonomizer jest już



Rys. 7.

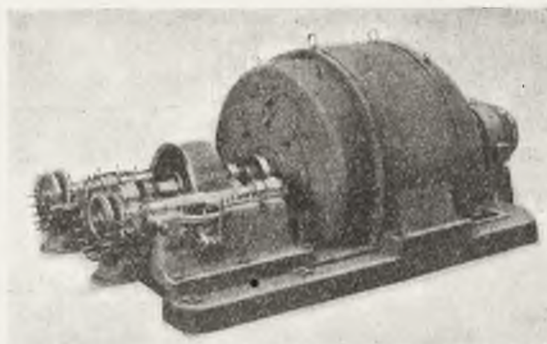
zbędny. Ciepło spalin natomiast wyzyskiwane jest w podgrzewaczu powietrza, którego tempe-



Rys. 8.

ratura dochodzi do 200° C. Charakterystyczną jest rzeczą, że w celu ekonomicznej pracy i moż-liwości utrzymania stałego poziomu wody jak i ciśnienia pary w kotle instalacja wysokoprężna pracuje na stałe obciążenie, a wszelkie wahania regulowane są instalacją niskoprężną.

W razie znacznego zmniejszenia się obcią-



Rys. 9.

żenia, instalacja wysokoprężna zostaje zatrzymana i pracuje tylko niskoprężna.

Praktyczne rezultaty są następujące: (wg dziennika z jednego z ostatnich dni listopada r. z.)

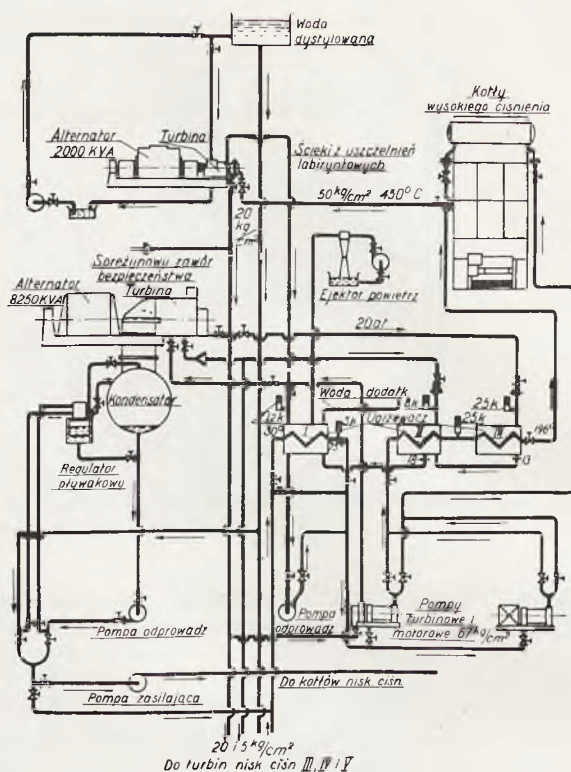
kotły wysokoprężne wyprodukowały w ciągu doby	66.000 kWh
kotły niskoprężne	102.000 „
	168.000 kWh
Zużycie węgla na kWh instalacji wysokoprężnej	0.54 Kg/kWh
(wartość opałowa 7000 cpł.)	
Zużycie w instalacji niskoprężnej	0,86 „
Średnio, zużycie węgla na kWh całej instalacji	0,717 „
Zużycie w ciepłostkach na kWh w instalacji wysokoprężnej	3.790 cpł.
„ niskoprężnej	6.030 „
średnio	5.030 cpł.

Oszczędność w ciepłostkach w instalacji wysokoprężnej w stosunku do instalacji niskoprężnej 2.240 cpł. t. j. 37%.

Powyższe rozwiązanie uważamy za nadzwyczaj szczęśliwe, gdyż przejście na wyższe ciśnienie nie stwarza dysharmonji w ogólnym planie dalszej rozbudowy elektrowni.

Ustawienie turbin czołowych podwyższa znacznie ekonomiczność całej instalacji, a co najważniejsze daje możność ekonomicznej pracy.

Łączenie nowej czołowej turbiny ze staremi, które jeszcze nie zostały zamortyzowane (lub nawet w razie zamortyzowania mogłyby jeszcze pracować) obciąża bardzo nieznacznie kosztami



Rys. 10.

inwestycyjnemi, a zatem może przyczynić się do obniżenia ceny prądu.

Inż. Z. KLĘBOWSKI, Kielce. Inż. Stow. Doz. Kotł. w Warszawie.

DROGA DO RACJONALNYCH NORM DLA WYOBLONYCH DENNIC KOTŁÓW PŁOMIENICOWYCH.

W dennicy niezaopatrzonej we wzmocnienia — jak ściągacze, rury ściągowe, belki usztywniające i t. d., najsłabszem miejscem są wyoblenia.

Każdy, ktokolwiek bliżej styka się z uszkodzonemi dennicami nie wątpi w prawdziwość tego twierdzenia, gdyż praktyka niezbicie je dowiodła bogatym materjałem, który jest w naszem rozporządzeniu.

Z twierdzenia, że najsłabszem miejscem w dennicy są wyoblenia, — wysnuwa się bezpośrednio wniosek, iż każdy wzór przeznaczony do obliczania dennic wyoblonych, który nie uwzględnia charakterystyk wyoblenia, nie jest racjonalny, gdyż nie daje obliczenia najsłabszego miejsca dennicy.

Postępując konsekwentnie dalej, należy się wypowiedzieć zdecydowanie, iż ogólnie przyjęta metoda obliczania dennic wyoblonych na zasadzie „Norm Hamburskich" [1]) nic niema wspólnego z tem czego od obliczenia oczekiwać winniśmy.

Czy jednak charakterystyki wyoblenia, a więc: krzywizna przejścia od powierzchni sferycznej do walcowej, promień części walcowej oraz grubość blachy wyoblonej, wprowadzone w należycie dobranej funkcji do dotychczas używanego wzoru, mogą usunąć w dostatecznej mierze zasadnicze niedokładności wzoru pierwotnego.

Jeżeli wzór do obliczania dennic wypukłych wyoblonych miałby być ogólnym, t.j. spełniać taką rolę, jaką przeznaczono wzorowi znanemu nam i powszechnie używanemu, który stosuje się

---

[1]) $$s = \frac{p.\ r.}{200\ k}$$

s — grubość blachy w mm
p — najwyższe ciśnienie manom. w at.
r — wewn. promień kulistej części w mm
k — dopuszczalne naprężenie na rozerwanie w kg/mm²

zarówno dobrze do kotłów płomienicowych, jak i do innych, to wzór poprawny powinien zawierać również charakterystyki konstrukcji i systemu kotła.

W kotle walczakowym lub wodnorurkowym o dennicy niezaopatrzonej w otwory włazowe, jedyną miarą przyczyn natury konstrukcyjnej,[1]) powodujących pękanie dennicy mogą być charakterystyki samej dennicy, t.j. jej wyoblenia i jej części środkowej.

Wytrzymałość materjałów, która opiera swe rozwiązanie na upraszczających zagadnienie hipotezach, daje rozwiązanie prawidłowe jedynie w wypadkach najprostszych, w których doświadczenia wykazały rację bytu tych hipotez.

W naszem zadaniu, — wytknięcia drogi do stworzenia racjonalnych norm dla dennic wogóle, — traktowanem jako zwykłe zagadnienie wytrzymałościowe, stosujące szereg uproszczeń, przypuszczalibyśmy, że;

1. grubość blachy jest bardzo mała i nie wpływa na rozmieszczenie naprężeń według wymiaru grubości.

2. dzięki zewnętrznej symetrji, pęknięcie powinno mieć miejsce według tworzącej, lub według przekroju prostopadłego do osi walczaka.

3. reakcje międzycząsteczkowe sprowadzają się do sił wypadkowych, leżących w płaszczyźnie stycznej w danym punkcie do powierzchni środkowej czyli są równomiernie rozłożone na całej grubości blachy i jako takie nie dają momentów zginających.

Takie przypuszczenia w naszem złożonem zagadnieniu są zbyt uproszczone i doprowadziły do istniejącego, wyżej cytowanego wzoru, nie uwzględniającego par sił, istniejących w wyobleniu dennicy podczas odkształcenia jej, a utworzonych przez naprężenia wewnętrzne.

Pod wpływem zewnętrznego obciążenia, jakiem są — w wypadku dennicy bez płomienic — tylko wewnętrzne ciśnienie i reakcja połączenia dennicy z płaszczem, ma miejsce ściśle takie, a nie inne, choć do określenia trudne odkształcenie — naogół różne dla oddzielnych punktów dennicy, tak wzdłuż linji tworzącej bryły obrotowej, jakoteż i według wymiaru grubości.

Odkształcenie to powoduje największe naprężenie w niektórych włóknach wyoblenia; wielkość tych naprężeń w dennicach bez włazów i płomienic jest funkcją, poza wielkościami wchodzącemi do wzoru, tylko charakterystyk wyoblenia i wypukłości dennicy[2]).

[1]) Inne przyczyny niedostatecznej wytrzymałości wyobleń dennic, jak to; niewłaściwa termiczna obróbka; wadliwa blacha; uszkodzenia mechanicznej natury przy montażu, nie mogą być uwzględnione ściśle przez wzór i mogą być doń wprowadzone, jedynie w formie współczynnika pewności, wobec czego ich tutaj rozpatrywać nie będziemy.

[2]) Przy wytężeniach znaczniejszych w pobliżu granicy plastyczności i wytrzymałości w wypadku nierównomiernego rozkładu naprężeń jaki zachodzi na grubości blachy w wyobleniu dennicy, duże znaczenie posiada plastyczność materjału, charakteryzowana ciągliwością dzięki której włókna bardziej naprężone są przez sąsiednie włókna niejako odciążane.

W dennicach kotłów płomienicowych do wymienionych już sił zewnętrznych, a mianowicie: ciśnienia wewnętrznego i reakcji połączenia dennicy z walczakiem, dodaje się jeszcze działanie płomienic, które zaznacza się głównie na wygięciach jej przy płaszczu, jakoteż i na wygięciach przy otworach płomienicowych.

Działanie to jest dosyć złożone, gdyż pod wpływem temperatury płomienica wydłuża się, rozpychając obie dennice i odkształcając głównie wyoblenia. Prócz tego, na skutek nierównomiernego rozkładu ciepła ujawniającego się w znacznych różnicach temperatury, walczak przegina się ku dołowi, płomienica zaś ku górze, wskutek czego, wąskie miejsca dennic pomiędzy płaszczem i otworami do płomienic, poddane są działaniu pary sił skręcających. Punkt kulminacyjny tego wyginania płomienicy leży nie na jej środku, lecz w pobliżu przewału, to też ta okoliczność jest jedną z przyczyn, iż wyoblenia przedniej dennicy ulegają częstszym uszkodzeniom niż tylnej. Zjawisko to jest zbyt złożone, aby można było ująć rachunkowo udział płomienic w naprężeniach, jakie powstają w wyobleniach bez czynienia szeregu hipotez, mącących obraz rzeczywistych warunków, w których to zjawisko zachodzi.

Wpływ, jaki płomienice w kotle, prawidłowo zmontowanym, wywierają na naprężenia panujące w wyobleniach, zależny jest naogół przeważnie od: grubości blachy dennicy; promienia części wypukłej; promienia wyoblenia; od rodzaju płomienicy (falista, pierścienie Adamsona i t. d.); ilości ich; średnicy i długości płomienicy oraz grubości blachy użytej na nie, oraz od sposobu rozmieszczenia osi płomienic względem osi kotła, wreszcie od wymiarów rusztów i stopnia forsowania paleniska.

Jak wynika z powyższego, stoimy przed zagadnieniem bardzo złożonem, boć chyba prawie niemożliwem jest, biorąc pod uwagę zjawiska cieplne, dać bezpośrednie określenie zespołu sił zewnętrznych, działających na dennice i odzwierciedlające całkowicie wpływ płomienicy.

Nie możemy więc określić całokształtu sił zewnętrznych, któryby można było wziąć za podstawę obliczania naprężeń w oddzielnych punktach dennicy, a zwłaszcza w tych miejscach wyobleń, które się tak często nadrywają.

Rozważmy, czy pomijając siły zewnętrzne, których wyznaczyć nie umiemy, nie potrafimy na innej drodze w sposób praktycznie zadawalniający, znaleźć naprężeń panujących w wyobleniach dennicy, a wywołanych przez działanie tych sił zewnętrznych.

Zwróćmy się do podstaw teorji sprężystości Zasadniczo rozróżniamy w tej nauce dwa rodzaje różnych zagadnień, a mianowicie:

Zagadnienie I. Z danych sił zewnętrznych i danego kształtu pierwotnego ciała należy oznaczyć zmiany w położeniu wzajemnem jego punktów, t. j. określić wielkości posunięć bezwzględnych; u, v, w, odnoszące się do jakiegokolwiek punktu „o“ badanego ciała, którego

współrzędne przed odkształceniem były: x, y, z, a po odkształceniu: $x + u$; $y + v$; $z + w$: czyli z danych sił zewnętrznych należy określić zmianę kształtu ciała.

Zagadnienie II. Z danego kształtu ciała przed odkształceniem i danych funkcji zmian u, v i w, oznaczyć układ sił zewnętrznych, mogący wywołać te zmiany.

W zagadnieniach technicznych wytrzymałościowych najczęściej, jednak, przy rozwiązywaniu zagadnienia I lub II typu, nie doprowadza się rozwiązania do końca, zatrzymując się na odnalezieniu wielkości naprężeń wewnętrznych w określonym punkcie lub kilku punktach, uważanych za najbardziej narażone na uszkodzenie i z tych naprężeń w ogólnym wypadku napięcia, na mocy jednej z kilku istniejących teoryj wytrzymałości określa się stopień wytężenia w porównaniu z wytężeniem materjału w wypadku najprostszym dostatecznie wystudjowanym, t. j. jak to najczęściej zachodzi, z wytężeniem w wypadku rozciągania pręta prostego. Pod wytężeniem rozumie się, w wypadku takiego materjału jak stal lub żelazo, wielkość określającą niebezpieczeństwo osiągnięcia granicy plastyczności (albo niebezpieczeństwa pęknięcia w wypadku materjałów kruchych).

W dalszym ciągu niniejszego, starałem się używać znakowań wytrzymałościowych, przyjętych niedawno przez Konferencję w sprawie norm wytrzymałościowych Polskiego Komitetu Normalizacyjnego odbytą dn. 28 września 1925 roku w Ministerstwie Przem. i Handlu, przypuszczając iż są one ostatecznie przyjęte, było to jednak zbyteczne gdyż, jak wskazują późniejsze wiadomości, normy te nie są jeszcze ustalone, i najprawdopodobniej zostaną zmienione (P. T. № 47 z dn. 24 listopada 1926 roku, strona 640—82 N.)

Rozwiązując zagadnienie pierwszego typu, t.j.: z danego układu sił zewnętrznych i danego kształtu pierwotnego ciała, znaleźć zmiany w położeniu jego punktów po odkształceniu, spotykamy się, z wyjątkiem przypadków najprostszych, ze znacznemi trudnościami.

Trudności te polegają na całkowaniu następującej grupy równań różniczkowych, cząstkowych (I)

$$\text{(I).}\quad \begin{aligned} \frac{\partial N_x}{\partial x} + \frac{\partial T_{yz}}{\partial y} + \frac{\partial T_{zx}}{\partial z} + X = O \\ \frac{\partial T_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial N_y}{\partial y} + \frac{\partial T_{zy}}{\partial z} + T = O \\ \frac{\partial T_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial T_{yz}}{\partial y} + \frac{\partial N_z}{\partial z} + Z = O \end{aligned}$$

w których X; Y; Z; są składowemi sił odniesionych do jednostki objętości, działających na masę w danym rozważanym punkcie, a N_x, N_y, N_z, są to naprężenia normalne, działające na ścianki kostki prostej, myślowo wyodrębnionej z ciała i skierowane wzdłuż osi x, y, z, układu, według którego kostka jest zorjentowana, oraz T_{xy}, T_{xz}, T_{yz} są naprężeniami ścinającemi, działającemi w odpowiednich ściankach kostki i skierowanemi według odpowiednich osi. Tak naprzykład: T_{yz}, jest naprężeniem tnącem, znajdującem się w przekroju prostopadłym do osi y, lecz skierowanem według osi z i t. d.

To też w wytrzymałości materjałów obchodzimy te trudności bardzo prosto, gdyż badamy tylko odkształcenia ciał, najprostszych kształtów geometrycznych przy najprostszym układzie sił zewnętrznych w założeniu, że materjał jest jednolity i równozwrotnie sprężysty (izotropowy).

(d. c. n.)

PRZEMIANA WĘGLA KAMIENNEGO NA ROPĘ.

Produkty reakcji.

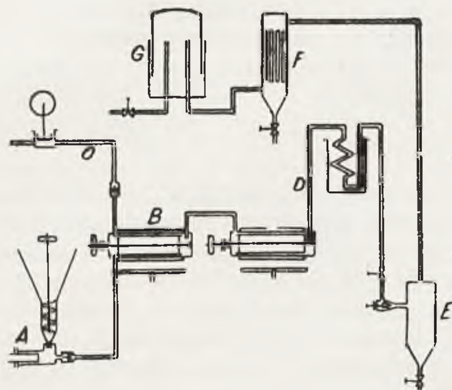
Produkty przemiany węgla na ropę różnią się zasadniczo od substancyj smołowych, powstających podczas dystylacji węgla przy wysokiej i przy niskiej temperaturze. 1000 kg węgla wydaje średnio około 150 kg gazoliny handlowej, 200 kg gazoliny ciężkiej z domieszką olejów impregnacyjnych oraz pozostałość ciekłą, z czego na oleje smarne wypada 60 kg i na oleje palne 80 kg.

Gazolina zawiera znaczne ilości aromatycznych i hydroaromatycznych węglowodorów i działa w silnikach na podobieństwo mieszanki z benzolu i gazoliny. Po rozcieńczeniu gazoliną naturalną otrzymujemy olej palny (non knocking oil).

Produkcja wyższych gatunków olejów smarnych nastręczała z początku pewne trudności. W ciągu jednak ostatniego roku zarówno w pracowni autora, jak w pracowni Gesellschaft für Teer-Verwertung, znajdującej się pod kierunkiem Dr. Spickera, udało się produkować z ropy węglowej wysokowartościowe oleje smarne. Fenolowa część wytworów reakcji zawiera normalne fenole cykliczne, krezole, ksylenole bez wyższych homologów, jakie napotykamy w zwykłej smole węglowej.

Podane tutaj wyniki przerobu różnych gatunków węgla oparte są oczywiście na podstawie prób laboratoryjnych, wykonywanych na małą skalę. Już w początkowym okresie badań należało rozwiązać zagadnienie przerobu węgla na ropę w aparatach o ciągłem działaniu. Przezwyciężyć wypadło wiele trudności zanim aparat tego rodzaju zaczął pracować normalnie. Główną trudność stanowiło na razie wprowadzenie ciała stałego jak węgiel do takiego aparatu, pracują-

cego pod wysokiem ciśnieniem i przy wysokiej temperaturze oraz odprowadzanie z tegoż aparatu pozostałości nieorganicznych i resztek nieprzerobionego węgla w stanie stałym. Odpowiednie urządzenie zaprojektowane zostało po dłuższych rozważaniach. Węgiel trzeba było rozdrabniać na drobne kawałki, nie przewyższające w średnicy 2 mm, i mieszać z ciężkiemi frakcjami ropy, poprzednio z węgla wyprodukowanej, w celu wytworzenia gęstej i plastycznej masy. W takiej postaci materjał może być bez trudu wprowadzony do aparatu przy pomocy odpowiednio zbudowanych pomp. Materjał ten można było ogrzewać w zbiorniku aparatu, w którym znajdowała się już ropa, regulująca temperaturę masy. Zbiorniki można ustawiać w baterje. Całkowity produkt reakcyj: ropę z węgla przerobionego, węgiel stały i popiół odprowadzano ze zbiornika i po oziębieniu oraz po obniżeniu ciśnienia następowało oddzielanie ciał lotnych od ciał płynnych i stałych. Rozprężenie gazów nastąpić może po częściowem skropleniu produktów ropnych, a energję sprężonego gazu może odzyskać w specjalnych silnikach. Wykonana w średnich wymiarach instalacja próbna, która służy obecnie wynalazcy do badania różnych gatunków węgla, przerabia 2 short ton (1814 kg) w ciągu 24 godzin. Instalacja taka pracuje zazwyczaj bez przerwy w ciągu 6 dni i po tym okresie przystąpić można do określenia produktów, jakie z danego gatunku węgla otrzymać można.



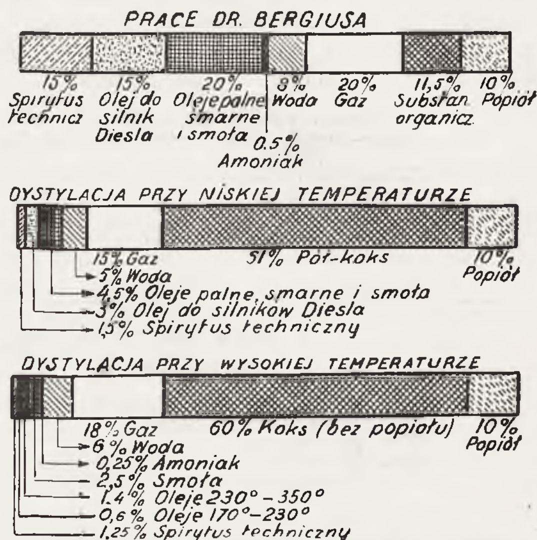
Rys. 1. Schemat przemiany węgla na ropę wg. metody Dr. Bergiusa. — A — pompa — B — pierwsza retorta. — C — przewód tłoczny doprowadzający wodór — D — I skrapiacz. — E — separator. — F — II skrapiacz. — G — zbiornik gazu.

Stacje doświadczalne.

Dwa aparaty próbne powyższego typu posiada *Dr. Bergius* na stacji doświadczalnej w Manheim Rheinau. Osobną stację zbudował British Fuel Research Board. Pozostaje ona pod kierownictwem pp. *A. Debo* i *K. Noack'a*.

Już w 1916 roku rozpoczęto budowę większego aparatu, pracującego pod wysokiem ciśnieniem i przy temperaturze od 400° do 500° C. Do przemiany węgla na ro ę potrzebne jest ciśnienie od 150 do 200 at. Kilka lat pracy zajęło przezwyciężenie trudności konstrukcyjnych. Należy bowiem pamiętać, że przy 500° C (temperatura reakcji) wytrzymałość stali znacznie maleje.

Przy projektowaniu aparatu większych wymiarów korzystano ze współpracy profesorów Riedler'a i Löffler'a z Berlina, główną jednak zasługę w doprowadzeniu aparatu do stanu użytkowego przypisać należy pp. R. Tillman'owi i A. Debo. Działanie dużego aparatu nie różni się od działania urządzeń stacji doświadczalnej. Oprócz trudności, związanych z zaprojektowaniem samego aparatu, uszczelnieniem go na wysokie ciśnienie, zbudowaniem sprawnych dławnic i zaworów oraz z precyzyjnem urządzeniem pomiarowem w celu dokładnego kontrolowania działania całej instalacji, należało pokonać trudności związane z regulowaniem temperatury, ze względu na to, że wrażliwość na temperaturę stanowi zasadniczą właściwość nowej reakcji i metody pracy. Przy nadmiernie wysokiej temperaturze powstawałby koks, przy zbyt niskiej — reakcja zachodziłaby bardzo opieszale i pojemność aparatu, o ile chodziłoby o utrzymanie jego wydajności na niezmienionym poziomie, musiałaby być znacznie większą. Zewnętrzne ogrzewanie ścian takiego aparatu jest niewykonalne ze względu na to, że wytrzymałość stali przy stosowanej w procesie temperaturze nie jest wysoka, co zmusza konstruktora do zabezpieczenia ścianek od przegrzania. Urządzenie ogrzewcze, zaprojektowane przez autora, polega na zastosowaniu do przenoszenia ciepła sprężonego gazu, biernego pod względem chemicznym, jakim jest np. dwutlenek węgla lub azot, wtłaczanego do aparatu zapomocą pompy obiegowej. Dzięki wymianie ciepła pomiędzy takim gazem a gorącemi produktami reakcji, produkty te obniżają swą temperaturę



Rys. 2. Porównanie wyników, otrzymywanych przez dystylację węgla przy niskiej i wysokiej temperaturze i przy pomocy metody Dr. Bergiusa.

a gaz się ogrzewa. Po osiągnięciu w specjalnem palenisku wymaganej temperatury gaz, przenoszący ciepło, wchodzi do płaszcza, otaczającego komorę reakcji, i powraca do pompy obiegowej bez rozprężania się. Takie urządzenie ogrzewcze pozwala na dokładne regulowanie temperatury i na bardzo ekonomiczne wyzyskanie ciepła, ponieważ cała prawie ilość ciepła może być wyzyskana. Stwierdzono, że odzyskać ciepło w silnie sprężonych gazach można z łatwością i że względnie niewielkie powierzchnie służyć mogą do odprowadzenia znacznych ilości ciepła.

Rys. 3. Metoda Dr. Bergiusa. Produkty powstające z odpowiedniego do przerobu węgla gazowego.

Wieloletnie badania autora wykazały niezbicie, że proces, odbywający się w aparatach tego rodzaju, można prowadzić bez żadnego niebezpieczeństwa. Przy konstrukcji uwzględnione jednak zostało zabezpieczenie ścianek aparatu przed oddziaływaniem wodoru, siarki i innych szkodliwych czynników reakcji.

Koszt wytwarzania ropy.

Już próbna instalacja ustalić pozwoliła zupełnie niewątpliwe podstawy do obliczenia wydajności aparatu i kosztów produkcji.

Podstawę do obliczenia rentowności procesu stanowi: wartość surowców, cena energji, wysokość płac zarobkowych, amortyzacja i wartość aparatury, z jednej strony, oraz wartość ostatecznych produktów reakcji z drugiej strony. Surowcem w powyższym procesie jest węgiel kamienny lub brunatny. Ponieważ węgiel znajduje zastosowanie w stanie rozdrobnionym, celowym jest przerób miału węglowego i mułku z płuczek kopalnianych, czyli produktów, które stanowią dzisiaj prawie zupełnie bezwartościowe odpadki kopalni. O ile węgiel zawierałby znaczniejsze ilości popiołu lub żużle, oczyszczenie go w płuczkach zawiesinowych umożliwi zużytkowanie i takiego nawet surowca.

Oprócz tego w procesie bierze udział wodór i właśnie w wytwarzaniu tego gazu znajduje się klucz rentowności nowego procesu. Gdyby przemiana węgla na ropę zależeć miała od wodoru, wytwarzanego znanemi dotychczas metodami, trudno byłoby ropie węglowej konkurować z ropą naturalną. Takie procesy technologiczne jak np. produkcja amonjaku lub zestalanie tłuszczów wymagają stosowania wodoru nieomal chemicznie czystego, gdyż są to wszystko procesy katalityczne. Przetwarzanie węgla na ropę nie zależy jednak w takim stopniu od czystości stosowanego wodoru. Węgiel wstępuje w reakcję z wodorem nawet i wtedy, gdy wodór obecny jest w postaci mieszaniny różnych gazów. Chodzi jedynie o należyte zagęszczenie wodoru w takiej mieszaninie. Na tej podstawie zastosowany został nowy sposób produkcji wodoru. Polega on na ogrzewaniu lotnych produktów reakcji w obecności pary wodnej, skutkiem czego następuje regeneracja wodoru.

W ten sposób z lotnych produktów reakcji i z pary wodnej otrzymać można dostateczne ilości wodoru. Pewna ilość wytworzonej z węgla ropy powraca również do aparatu, tworząc wraz z węglem ową masę plastyczną, o której już była mowa. Dodanie do masy reagującej pewnej niewielkiej ilości tlenku żelaza okazało sie również korzystnem.

Oprócz węgla zużywanego na przerób, pewna ilość węgla potrzebna jest do ogrzewania i do wytwarzania energji na sprężenie wodoru. Po pewnych udoskonaleniach procesu można będzie niewątpliwie znacznie zmniejszyć tę ilość w stosunku do normy obecnej.

Rentowność.

W ciągu szeregu lat kosztem wytężonej pracy stacji doświadczalnej z obsadą, złożoną z przeszło 150 pracowników, i kosztem znacz-

Rys. 4. Metoda Dr. Bergiusa. Schemat ciągtej przemiany węgla na ropę. Powstające produkty gazowe po rozłożeniu ich na pierwiastki dostarczają potrzebnych ilości wodoru.

nych bardzo środków pieniężnych proces przemiany węgla na ropę został opracowany zupełnie dokładnie i w postaci możliwej do technicznej realizacji, ekonomicznie zupełnie się opłacajacej. Po osiągnięciu tego stopnia rozwoju przystąpiono w Niemczech w roku 1925 do budowy dwóch

wielkich wytwórni w celu przerobu węgla. Jedna z nich leży w pobliżu kopalni węgli brunatnych i należy do przemysłu barwnikowego a przedewszystkiem do Badische Anilin- und Soda-Fabrik, druga pobudowana została na terytorjum Ruhry przez Gesellschaft für Teerfabrikation i znajduje się pod kierownictwem Dr. Spickera. Ogólna produkcja obu zakładów wynosić będzie rocznie 1.000.000 barrels (159.000.000 litrów) różnych otrzymywanych z węgla produktów ropowych.

Proces przeróbki węgla może być wyzyskany w bardzo różnoroduy sposób. Przedstawione powyżej zastosowanie tego procesu należy może do najogólniejszych i najbardziej bezpośrednich i uniezależnia produkcję ropy od innych materjałów przerobowych prócz samego węgla. Proces ten można stosować wszędzie, gdzie istnieje węgiel kamienny lub brunatny. Z finansowego i ekonomicznegb punktu widzenia koszt wytwórni ropy węglowej należy porównać z całokształtem urządzeń technicznych górniczych i mechanicznych, potrzebnych do produkcji ropy naturalnej, wraz z wytwarzaniem z niej poszczególnych frakcyj jab gazolina, oleje silnikowe, smarne i t. p. Takie pozornie nieusprawiedliwione stanowisko uważać jednak należy za najzupełniej słuszne wobec niskiej wartości użytkowej przerabianego tu miału węglowego i wobec względnie łatwej eksploatacji węgla brunatnego, który również do przerobu się nadaje.

Dalszym czynnikiem, przemawiającym na korzyść przerobu węgla na ropę jest zupełne tym sposobem zabezpieczenie produkcji ropy, złoża węgla kopalnego przewyższają bowiem znacznie najbogatsze nawet źródła ropy naturalnej.

Inne zastosowania nowej metody.

W procesie omawianym można przerabiać smołę z pieców koksowych wraz z węglem na produkty ropowe. Okoliczność ta może posiadać poważne znaczenie wobec znanych trudności, związanych z przerobem smoły z pieców koksowych na inne cenniejsze produkty.

Gazownię można połączyć z zakładem dla przerobu węgla na ropę. Z wyprodukowanego w gazowni koksu, stosując znaną metodę, produkować możemy potrzebny wodór. Zamiast końcowych produktów pod postacią gazu świetlnego i koksu tak skombinowana wytwórnia dostarczać będzie: zamiast koksu — znacznie odeń cenniejszą ropę, a zamiast zwykłego gazu świetlnego — gazu o znacznie wyższej wartości opałowej. Gaz ten po zmieszaniu go z gazem wodnym można doprowadzić do wartości opałowej, jaką posiada zwykły gaz świetlny. Przesyłanie gazu z wytwórni w stanie sprężonym będzie wobec znacznie mniejszej jego objętości nieporównanie tańsze.

Ogólnoświatowem zagadnieniem jest zagadnienie najracjonalniejszego i najekonomiczniejszego wyzyskania tych surowców, któremi przyroda nas obdarzyła. Europa znajduje się w znacznie mniej korzystnych, niż Ameryka warunkach. Nie posiada ona owych niezmiernych bogactw naturalnych i takich zapasów ropy, które do niedawna uchodziły za niewyczerpane.

Wcześniej jednak, niż ktokolwiek przewidzieć jest w stanie, nadejść może czas, że spadająca produkcja ropy naturalnej przestanie odpowiadać stale wzrastającym potrzebom i że nawet Stany Zjednoczone znajdą się wobec tego samego zagadnienia, które obecnie tak Europę zajmuje. (*wg. Oil and Gas Journal, 1926*).

KOMUNIKATY STOW. DOZ. KOTŁÓW W WARSZAWIE.

1. W SPRAWIE CERTYFIKATÓW DLA KOTŁÓW PAROWYCH.

(Poprawiony tekst z poprzedniego zeszytu).

Wobec często powtarzających się zapytań, zawiadamia podpisane Stowarzyszenie, że certyfikaty dla kotłów parowych, wydane na podstawie ustawy austryjackiej przed dniem 8 listopada 1921, zachowując swą moc prawną, mają być, w myśl obecnie obowiązujących przepisów, zamienione na księgę rewizji kotła. Koszt zamiany wynosi zł. 5.—

Wszelkie certyfikaty, dla kotłów parowych, wystawione po dniu 8 listopada 1921 r. nie mają mocy prawnej, zatem dla kotłów posiadających tego rodzaju certyfikaty, jak i dla tych kotłów, które nie mają żadnych dokumentów, należy wnieść do właściwego Województwa podanie o pozwolenie na ustawienie kotła, dołączając w trzech egzemplarzach: rysunek kotła (ewentualnie z obmurowaniem) w skali 1 : 20, opis kotła, plan kotłowni w skali 1 : 100 i plan sytuacyjny w skali 1 : 1000.

Rysunki i opis kotła winna wykonać i stwierdzić podpisem fabryka wytwórcza. a tylko w tych wypadkach, gdzie uzyskanie rysunków fabrycznych jest niemożliwe, można je sporządzić na podstawie pomiarów zdjętych z natury.

Na wyraźne żądanie Członków, Biura Okręgowe Stowarzyszenia, których adresy podajemy poniżej, podejmują się wykonania rysunków, pobierając następujące opłaty:

za sporządzenie 3 rysunków kotła lokomobilowego i 3 opisów	zł.	60.—
za sporządzenie 3 rysunków kotła gorzelanego z obmurowaniem i 3 opisów	„	100.—
za wykonanie 3 planów kotłowni i rysunków sytuacyjnych	„	60.—

w czem *jest nie objęta należytość za podklejenie jednego rysunku płótnem i opłaty stemplowe.*

Sporządone przez Biuro Okręgowe rysunki i opisy kotła, właściwiel przedstawia do Wydziału Przemysłowego właściwego Województwa w celu wyrobienia koncesji, po otrzymaniu której Stowarzyszenie Dozoru Kotłów dokonuje odbioru technicznego kotła i wydaje właścicielowi książkę kotłową wraz z wszytym kompletem rysunków i opisów.

O ile zdjęcie pomiarów z natury nie może być połączone z wyjazdem dla celów rewizji kotła i wymaga specjalnego przyjazdu, do powyższej opłaty dolicza się rzeczywiste koszty podróży i djety.

Adresy Biur Okręgowych:
w Warszawie, ul. Nowy-Swiat № 34,
w Dąbrowie Górniczej, ul. Sienkiewicza № 7,
w Krakowie, ul. Karmelicka № 45,
we Lwowie, ul. 29 Listopada № 14,
w Łodzi, ul. Piotrkowska № 199.

Stowarzyszenie Dozoru Kotłów
w Warszawie.

Druk A. Michalskiego, sp. z o. o., Warszawa, Chmielna 27. Telefon 27-15.